

⑯ 日本国特許庁 (JP)

① 特許出願公開

⑩ 公開特許公報 (A)

昭59—50095

⑤ Int. Cl.³
C 30 B 25/02
// H 01 L 21/02

識別記号

府内整理番号
7417—4G
6679—5F

④ 公開 昭和59年(1984)3月22日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑤ 化学反応器

② 特 願 昭57—201221

② 出 願 昭57(1982)11月18日

優先権主張 ③ 1982年9月10日 ③ 米国(US)
③ 416541

⑦ 発明者 ジエームス・マクダイアミッド
アメリカ合衆国カリフォルニア

州サン・ホゼ・エル・グランド
ドライブ3695

⑦ 出願人 エピタキシー・エクイップメント
・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国カリフォルニア
州サン・ホゼ・ダド・ストリート581

⑦ 代理人 弁理士 山崎行造 外2名

明細書

1. 発明の名称

化学反応器

2. 特許請求の範囲

① 二つの実質上平面状の平行な表面を有した実質的に単結晶である加工片にエピタキシャル法により材料層を析出するための化学反応器であつて、

該加工片を支持する装置にしてその一つの表面内に該加工片を支持するための曲線空所を有しており、しかも該一つの表面全体が該支持装置に接触することは実質上無いように該曲線空所が該加工片を該平面状平行表面の上に支持し得る該支持装置と、

該加工片を加熱するための装置と、

該材料を該反応器中に導入し、かつ該加工片上に該材料層をエピタキシャル法により析出さ

せる装置と、

を含む化学反応器。

② 特許請求の範囲第①項に記載の化学反応器において該加工片が実質上円盤形のウェーハである化学反応器。

③ 特許請求の範囲第②項に記載の化学反応器において該空所が実質上球状である化学反応器。

④ 特許請求の範囲第②項に記載の化学反応器において該空所が実質上円形であると共に実質的に曲線状の側面と実質的に円形の平面状底面とを備えており、該底面の直径が該加工片の直径未満である化学反応器。

⑤ 特許請求の範囲第③項又は第④項に記載の化学反応器において該空所が円形の直状側壁をも有している化学反応器。

⑥ 特許請求の範囲第①項に記載の化学反応器において、該加熱装置が該支持装置の該一つの表面の反対側表面に隣接した位置にある化学反応

器。

- (7) 特許請求の範囲第(1)項に記載の化学反応器において該支持装置がグラファイト製である化学反応器。
- (8) 特許請求の範囲第(1)項に記載の化学反応器において該加工片が単結晶シリコンウエーハである化学反応器。

3. 発明の詳細な説明

本発明は反応器、特に単結晶の加工片上に材料層をエピタキシャル法により成長させる形式の改良型化学反応器に関する。

単結晶シリコンの円盤形ウエーハ上に材料層をエピタキシャル法により析出させる化学反応器は当該技術分野においては公知である。ウエーハは代表的な寸法として3インチ(7.62cm)、4インチ(10.16cm)又は5インチ(12.7cm)の直径を有する。代表的な場合、エピタキシャル層を析出させる化学反応器には二つの形式のものが

- 3 -

ウエーハの中心部と外縁部との間に温度勾配を生ずる。加热サイクル中は比較的に一定温度にウエーハを保つことによりウエーハにかかる熱応力の大きさを低減することが望ましい。

化学反応器の第二の形式においてはウエーハは同様にサスセプタ上に支持されるが、サスセプタは水平に装架され、代表的な場合にはサスセプタはやはりグラファイトで作られる。ウエーハはサスセプタの前方にある円筒形空所内に支持される。サスセプタの後側を加热する銅コイルにラジオ周波数エネルギーが供給されることにより、グラファイト製サスセプタからの伝導及び放射の組合せによりウエーハが加热される。この方法によつて、主にウエーハ底部表面及びサスセプタ頂部表面間の熱的接触によりウエーハが加热される。これはウエーハの頂部表面及び底部表面間に温度勾配を生ずる。温度勾配はウエーハを彎曲させて(ウエーハと)サスセプタ頂部表面との間の熱的接触を

ある。

その一つの形式においては代表的な場合グラファイト製のサスセプタと呼ばれる鉛直に装架された傾斜支持板の上に支持される。ウエーハ及びサスセプタは反応室内に置かれる。反応室内に気体が通過される。ウエーハ及びサスセプタは赤外線ランプ又はラジオ周波数作動コイルのいずれかによつて高温に、代表的な場合として摄氏900ないし1250度に加热される。ランプからの熱エネルギーは直接に、後側をサスセプタ上に留められたウエーハの前側を加热する。コイルからのラジオ周波数誘導電流は初め、サスセプタを加热し、次いでサスセプタが伝導と放射との組合せによりサスセプタ上に留められたウエーハの後側を加热する。その後、反応室内に導入された処理気体がウエーハ上にエピタキシャル析出される。サスセプタ及びウエーハ間の温度差はウエーハの頂部表面及び底部表面間に温度勾配を生ずるのみならず、

- 4 -

失なわしめることによりウエーハ表面間の温度勾配を増大させる。このことはさらにウエーハを彎曲させ、それがさらにウエーハの中心部と外縁部との間における半径方向熱勾配を増大させる。これらの温度勾配により起生される応力はウエーハの原子配列構造内及びエピタキシャル層内における結晶学的転位(又は結晶学的滑り)により緩和される。

ウエーハはサスセプタの前方及び後方に配置された熱源の組合せによつて加热し得る。その熱源はランプからの赤外線エネルギーか又は銅コイルに供給されたラジオ周波数エネルギーのいずれでもよい。

層がエピタキシャル析出された後に、ウエーハは半導体装置を形成すべくさらに処理される。

ウエーハ及びウエーハ上にエピタキシャル析出された材料層における転位又は滑りは不純物の吸込口になると信ぜられ、究極的にはウエーハから

- 5 -

製造されるバイポーラ回路装置におけるダイオード洩れ及びエミッターコレクタ間の短絡を起しかねない。さらにMOS装置については滑りは洩れを起こし装置の性能を喪失させる。したがつてエピタキシャル成長層内及びウエーハ内の転位を低減又は除去することが、ある種の半導体装置の不合格率を低減させて歩止まりを改善する上に重要である。

本発明においては実質的に単結晶である加工片上にエピタキシャル法により材料層を析出させる改良型化学反応器は加工片を支持する装置を有する。この支持装置は一つの表面内に曲線形の空所を有し、その空所内に加工片を支持する。加工片を加熱する装置が与えられている。反応器中にその材料を導入する装置及び加工片上にエピタキシャル法により材料層を析出させる装置も与えられている。

第1図を参照すると代表的な反応器¹⁰が示され

- 7 -

気体はベル形ジャー¹²中に入り、線⁶³を通過し、反応器¹⁰の中心から放散する。上述した電子はすべて先行技術において公知のものである。先行技術の反応器は第2図に示すようなサスセプタ¹⁸を備えた反応器¹⁰を含む。サスセプタ¹⁸はその一表面¹⁴内に空所¹⁶を有する。空所¹⁶は円筒形である。ウエーハ¹⁷はサスセプタ¹⁸によってその一表面¹⁴のほぼ全体がサスセプタ¹⁸上に停留するように支持されている。

本発明による改良型反応器は第3図に示すようなサスセプタ¹¹⁶を備えた反応器¹⁰を含む。

サスセプタ¹¹⁶は一表面¹¹⁸とその中の空所¹²⁰とを有する。空所¹²⁰は曲線状の底部表面¹¹⁹を備えた円形の直状側壁¹¹⁷を有する。加工片¹¹²は空所¹²⁰内に停留する。空所¹²⁰は、一表面¹¹⁴のほぼ全体がサスセプタ¹¹⁶に接触することはないよう、底表面¹¹⁹に沿つて一表面¹¹⁴にて加工片¹¹²を支持する形状にされ

特開昭59-50095 (3)

ている。反応器¹⁰は中に反応室¹⁴を閉じ込めるベル形ジャー(鐘形ジャー)の内を含む。ベル形ジャー¹²内にはサスセプタと呼ばれるグラファイト製支持板¹⁸がある。サスセプタ¹⁸は一つの表面¹⁴を有する。第2図を参照すると円盤形単結晶シリコンのウエーハである二つのほぼ平面状平行表面¹⁴を有した加工片¹²が示されており、この加工片¹²は一表面¹⁴上にサスセプタ¹⁸により支持されている。ラジオ周波数エネルギーが与えられるコイル⁶²等からの熱源が一表面¹⁴の反対側表面¹⁶に隣接して配置されている。他の形式の熱源としては赤外線ランプがある。前述したようにランプもしくはコイル⁶²又はこれら二者を一表面¹⁴かつまたは反対側表面¹⁶に隣接して配置し得る。ベル形ジャー¹²内において反応を起こし、かつ加工片¹²上に材料層をエピタキシャル析出させるための気体が装置¹⁰により与えられ、ベル形ジャー¹²中に供給される。装置¹⁰はまた、気体の流量を調整する。

- 8 -

ている。加工片¹²は一表面¹⁴の縁付近に支持され、他の場所では一表面¹⁴とサスセプタ¹¹⁶との間に空隙がある。空所¹²⁰の底部表面¹¹⁹は第3図に示すように球面状にされている。第3図に示した図は誇張されていること及び空所¹²⁰は極端に浅くされていることを強調しておく。

第4図を参照すると反応器¹⁰内で使用されるもう一つのサスセプタ²¹⁶が示されている。サスセプタ²¹⁶はその中に空所²²⁰を有した一表面²¹⁸を含み、この空所²²⁰が前記加工片¹²を支持する。空所²²⁰は再び非常に浅い。空所²²⁰は曲線状の側部表面²²¹と実質上平面状の円形底部表面²²²を備えた円形側壁²¹⁷とを有する。底部表面²²²の直径は加工片¹²の直径より小さくされているべきである。第4図に示すように底部表面²²²は約2インチ(3.08cm)の直径を有する。側部表面²²¹は約225インチ(57.15cm)の曲率半径を有する。空所²²⁰

- 9 -

-483-

-10-

の曲線領域の全深さは約 0.005 インチ (0.127 mm) である。

第 5 図を参照すると反応器内に使用されるさらにもう一つのサスセプタ (316) が示されている。サスセプタ (316) はその中に空所 (320) を備えた面にして加工片の支持するための表面 (318) を有する。第 4 図に示した空所 (220) と同様に、空所 (320) は円形であつて、直状側壁 (317) 及び曲線状側部表面 (321) を備えている。曲線状側部表面 (321) は約 1.25 インチ (31.75 cm) の半径を有する。円形底部表面 (322) は実質的に平面であり、3.0 インチ (7.62 cm) の直径を有する。空所 (320) の曲線状領域の深さは約 0.004 インチ (0.102 mm) である。サスセプタ (116) (216) (316) は直径が 3 インチ (7.62 cm) を超える加工片の支持に対し有用である。

サスセプタ (116) (216) 又は (316) を備えた反応器を含む本発明の改良型反応器を用いてシリコ

-11-

曲を生ぜしめる。このことは加工片の高い中心部温度及びより低い外縁部温度の間に半径方向温度勾配を生ぜしめる。その結果生ずる熱応力は加熱サイクルの際に加工片材料内に結晶学的転位を発生せしめることがある。材料層が他表面の上にエピタキシャル析出されるときは、材料層は加工片の形にしたがつて同様に弓形となる。しかし磨付き加工片が冷却されて実質上平面状に戻されると、析出された材料層及び加工片中に転位が起ころ。

本発明の改良型反応器においてはサスセプタの空所は、一表面全体がサスセプタと接触することなく一表面の上に加工片が支持されるように、形成される。加工片は、加工片とサスセプタとの間に間隙があるようにサスセプタ内空所中に支持される。熱はサスセプタの中を伝導され、サスセプタは次に加工片がサスセプタと接触している領域で加工片を加熱する。サスセプタから

-13-

特開昭59-50095 (4)

ンの単結晶ウエーハ上のエピタキシャル析出層及びそのウエーハ内における転位は実質的に低減されることが見出されている。

本発明の理論は以下の通りである。先行技術の反応器内で使用されたサスセプタにおいては、加工片は、加工片の一表面のほぼ全体に及ぶ空所内サスセプタと接触している。熱は一表面にわたって主にサスセプタから伝導によって加工片に加えられる。他表面は室温に対し離出される。サスセプタからの熱が加工片を加熱するにつれ、加工片の一表面が加工片の他表面と異なる温度となる。その結果、二つの表面間に温度差を生じ、温度勾配が生ずる。他表面より高溫となつた表面がより速く膨張する。その後、加工片は第 6 図に示すように弓形になる。加工片が弓形になると、加工片はサスセプタとの物理的接触を失ない、表面間に温度勾配を増大させ、それがさらに増

-12-

の熱はまた、加工片がサスセプタと接触していない場所において、放射により加工片に伝達される。伝導と放射によるこの加熱法の組合せが加工片のより一様な加熱を与える結果、ウエーハにかかる熱応力の大きさを低減することによりウエーハの結晶学的転位の大きさを最小化するものと思われる。改良型反応器を用いた場合、加工片が最初に加熱される際、頂部表面及び底部表面の間には依然として温度勾配があつて加工片を彎曲させる。しかし先行技術のサスセプタとは異なり加工片が彎曲するにつれ、加工片はサスセプタの高温表面と接触する傾向を有し、二つの平面状表面間の温度勾配及び加工片の中心部と外縁部との間の半径方向温度勾配を低減する。このことは加工片の熱応力の大きさを低減し、最小量の滑りを有したエピタキシャル層を持つ加工片を生ぜしめる。

さらに、側壁 (117) (217) 又は (317) からの熱が

-484-

-14-

放射によって加工片凹の像からのエネルギー損失を回避する二次効果を有していることが見出されている。

しかし、放射及び伝導によりサスセプタに加工片凹を加熱せしめるべく単に加工片の一表面凹とサスセプタとの間に間隙を与えるだけでは転位を低減するに十分でないことが見出されている。実際、第7図に示すように空所が円錐形である場合、第8図に示すように二重凹所とされている場合、又は第9図に示すように環状の溝である場合、には転位の問題は悪化する。第7図、第8図、又は第9図に示すように、空所が造形された場合は加工片凹内の転位の数及び程度は増大する。したがつて加工片凹を支持するためのサスセプタにおける空所の特定の形が、加工片凹上にエピタキシャル成長される材料層内及び加工片凹内における転位の数及び程度に重要な効果を有する。

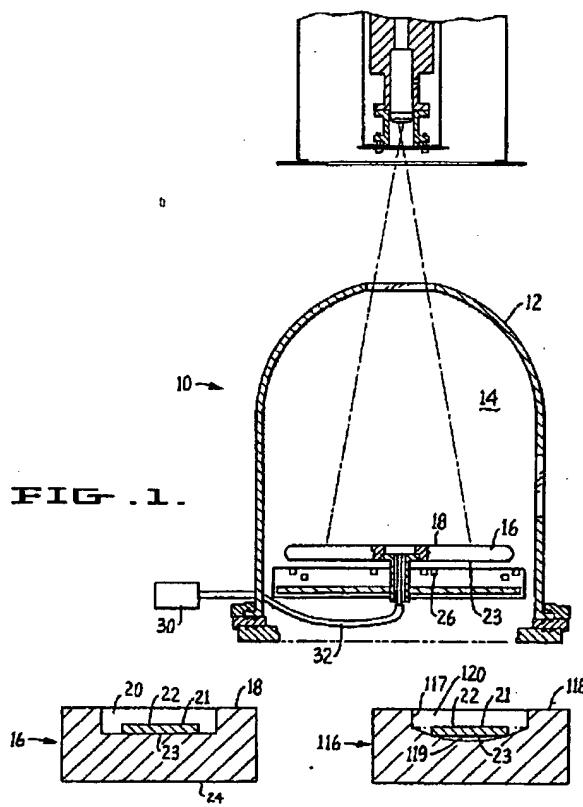
4. 図面の簡単な説明

第1図は化学反応器の一形式の側断面図、第2図は先行技術の支持板の誇張された側断面図、第3図は本発明の改良型反応器に使用される支持板の一実施例の誇張された側断面図、第4図は本発明の改良型反応器に使用される支持板のもう一つの実施例の誇張された側断面図、第5図は本発明の改良型反応器に使用される支持板のさらにもう一つの実施例の誇張された側断面図、第6図は、先行技術の支持板であつて析出過程中のウエーハの形をしていると考えられる支持板の誇張された側断面図、第7図は悪化した状態の転位が生ずる支持板の誇張された側断面図、第8図は悪化した状態の転位が生ずるもう一つの支持板の誇張された側断面図、第9図は悪化した状態の転位が生ずるさらにもう一つの支持板の誇張された側断面図である。

-15-

- 10 … 化学反応器
- 22 … 加工片
- 26 … 加工片を加熱する装置
- 30, 32 … エピタキシャル析出材料を導入する装置
- 116, 216, 316 … 加工片を支持する装置
- 120, 220, 320 … 空所

-16-



-17-

-485-

FIG. 2.

FIG. 3.

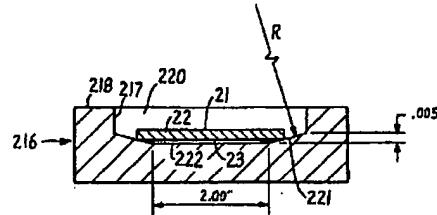


FIG. 4.

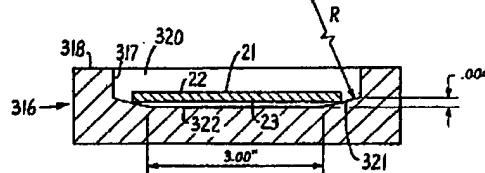


FIG. 5.

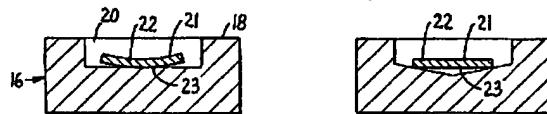


FIG. 6.

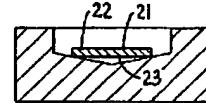


FIG. 7.

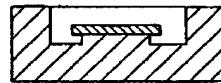


FIG. 8.

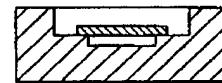


FIG. 9.